

## Representación gráfica de magnitudes fotométricas

<b>Apellidos, nombre</b>	Blanca Giménez, Vicente (vblanca@csa.upv.es) Castilla Cabanes, Nuria (ncastilla@csa.upv.es) Gurrea Ysasi, Gonzalo (gongurys@csa.upv.es) Martinez Antón, Alicia (almaran@csa.upv.es) Tormo Clemente, Conxa (intorcle@csa.upv.es)
<b>Departamento</b>	Construcciones Arquitectónicas
<b>Centro</b>	Universitat Politècnica de València

## 1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a exponer los criterios adecuados para identificar las curvas fotométricas de las diferentes fuentes de luz, valorar cuál es su aportación en la definición espacial, así como adquirir habilidades que permitan una selección óptima de las mismas.

Previamente debes conocer qué tipo de espacio o local es el que tienes que iluminar (diseño, geometría, utilidad, ubicación, etc.), así como sus necesidades visuales, pues estos datos tendrán gran influencia en dicho proceso de selección.

## 2 Introducción

El desarrollo de la iluminación artificial está íntimamente relacionado con la definición y perfeccionamiento de los sistemas de cálculo y representación utilizados en la luminotecnia moderna. Estos sistemas se basan en el conocimiento de las características tanto físicas como fotométricas de los materiales y equipos utilizados en las instalaciones.

Los fabricantes de lámparas (fuentes de luz) y de luminarias (equipos de alumbrado) facilitan a los proyectistas datos como:

- curvas de distribución de intensidades;
- curvas de iluminación;
- gráficos para la evaluación del deslumbramiento;
- tablas del factor de utilización, etc.

Ello nos permite contar con el mayor número de datos posibles para garantizar el éxito de la selección de la lámpara.

Como puedes apreciar, los sistemas de representación gráfica de las magnitudes fotométricas de las lámparas, resulta una tarea fundamental para ti como proyectista, si quieres conseguir que la visualización de los espacios resulte atractiva.

## 3 Objetivos

Una vez leas con detenimiento este documento, serás capaz de identificar las diferentes curvas, valorar su función y plantear el proceso de selección que mejor se adapte a las necesidades del espacio que desees iluminar.

## 4 Desarrollo

Enseguida vas a ver la trascendencia que tiene elegir una fuente de luz óptima, pues de ella va a depender que los espacios se visualicen bien o por el contrario, presenten dificultades en la visión y entendimiento de los mismos.

Llegados a este punto, debes recordar aspectos que hacen referencia a los diferentes tipos de fuentes de luz (incandescencia, descarga en gas, leds, etc.) y de las luminarias.

Lo primero que vas a aprender son las formas de representación de las luminarias, en lo que concierne a la distribución de los valores de intensidad en cada dirección del espacio.

## 4.1 Curvas de distribución de la intensidad luminosa

Vamos a analizar cuatro tipos: polar, isoluminancias, isoiluminancias e isocandelas.

### 4.1.1 Diagrama polar

Se basa en conocer la forma en que se reparte el flujo luminoso a través del espacio. Consiste en una medición de las intensidades luminosas, realizada en el laboratorio.

Si la distribución luminosa de una fuente es simétrica, axial o circular, toda la representación puede limitarse a una sola de las mitades del plano que pase por el eje de simetría. Cuando la distribución resulta simétrica rotacional, la distribución luminosa media alrededor del eje es la que se determina, representándose como gráfico de distribución luminosa media.

En la figura 1 puedes ver la curva fotométrica de una luminaria con simetría axial en su eje vertical.

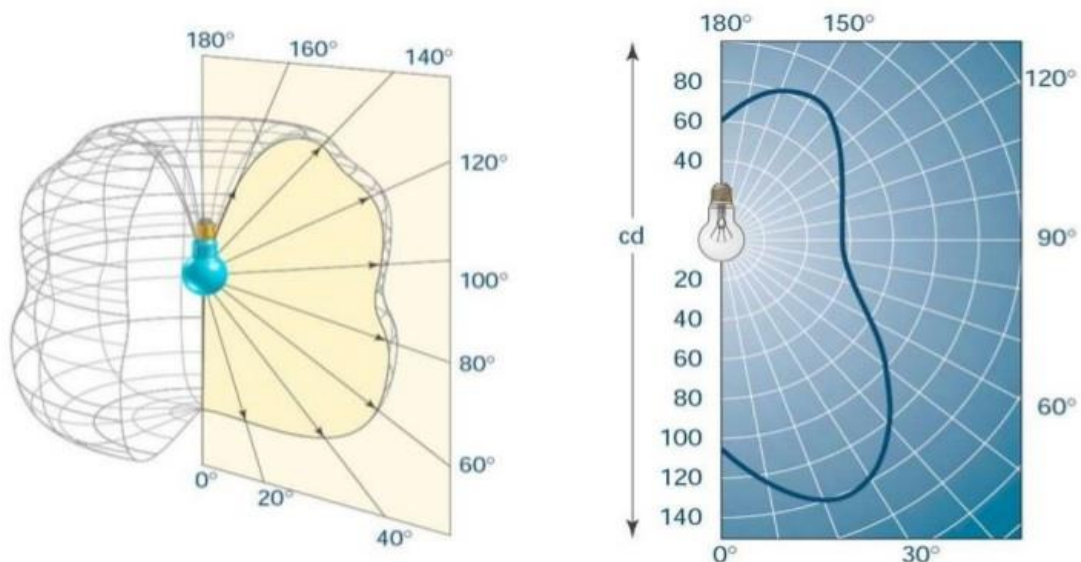


Fig.1 Curvas de distribución luminosa (fuente: [www.areatecnologia.com](http://www.areatecnologia.com))

Observa cómo las intensidades luminosas (medias) se determinan para una cierta cantidad de ángulos alrededor del eje de simetría (normalmente cada 10°), los cuales se llevan al gráfico desde el polo, en la misma dirección en que se ha hecho la medida. Por los extremos de los radios vectores, se dibuja la línea que cerrará la curva.

Como regla general, la dirección vertical hacia abajo se toma como 0°.

Ten en cuenta que existen luminarias lineales, como las fuentes de luz de descarga en gas, baja presión (conocidas como fluorescentes), en las que es necesario expresar las curvas de distribución respecto a ambos ejes, longitudinal y transversal, de las mismas. En estos casos se trata de distribuciones bisimétricas.

En la figura 2 puedes ver un ejemplo de este tipo de distribuciones. Con línea continua se muestra la distribución según el eje transversal (C0-C180), y con el trazado discontinuo, la distribución según el eje longitudinal (C90-C270).

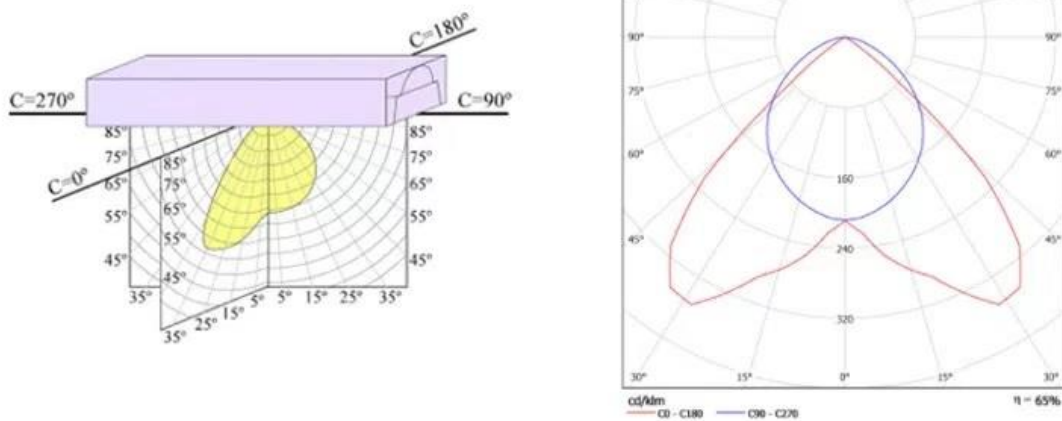


Fig. 2 Curva de distribución luminosa polar (fuente: [www.iluminet.com](http://www.iluminet.com))

Es importante que recuerdes siempre que en la distribución luminosa de las luminarias se toma como referencia el flujo luminoso de 1000 lúmenes (1 Klm), con lo cual, la lectura de la intensidad viene dada por cd/klm (candela dividido por kilo lumen). Este criterio permite comparar gráficos para diferentes fuentes de luz y diferentes potencias luminosas.

En los casos de luminarias no lineales, cuyo uso principal es en alumbrado exterior, carreteras, etc. , estas curvas generalmente se suelen representar para el sistema de coordenadas C- $\gamma$ . Como existen infinitos planos, se dan en general tres planos C representados, que son:

- El plano transversal (C = 90° y 270°). Este plano sería, en una luminaria para iluminación viaria, perpendicular al eje de la carretera.
- El plano longitudinal (C = 0° y 180°). Este plano sería, en una luminaria para iluminación viaria, paralelo al eje de la carretera.
- El plano en el que se encuentra la intensidad máxima. Este plano generalmente se denominada plano vertical principal.

Su representación la puedes encontrar en la figura 3.

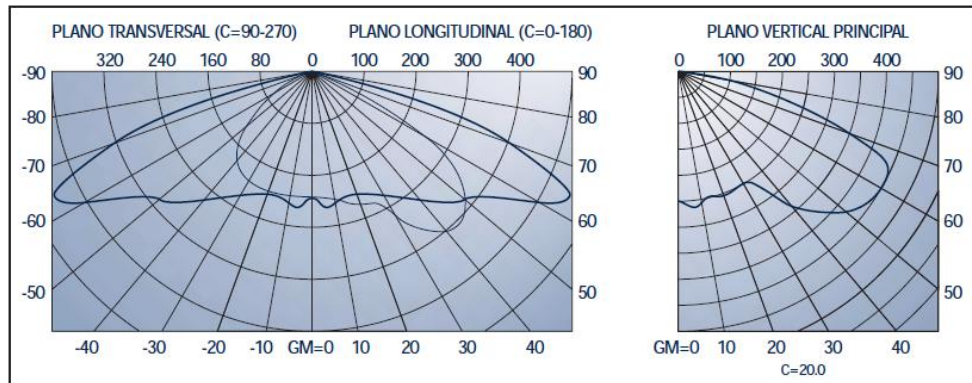


Fig.3 Diagrama polar en el sistema C- $\gamma$  (fuente:www.indalux.es)

#### 4.1.2 Diagrama de curvas de isoluminancia

Estos diagramas se suelen utilizar para alumbrado público, ya que las recomendaciones para alumbrado público no se limitan solamente a la luminancia media requerida en la superficie de la calzada, sino que también se dan líneas-guía para su uniformidad (relación entre luminancia máxima y mínima). Los cálculos son posibles con la ayuda del diagrama isoluminancia.

En el diagrama aparecen las letras A, B y C que indican tres posiciones del observador que se utilizan en los diagramas de rendimientos de luminancias (figura 4)

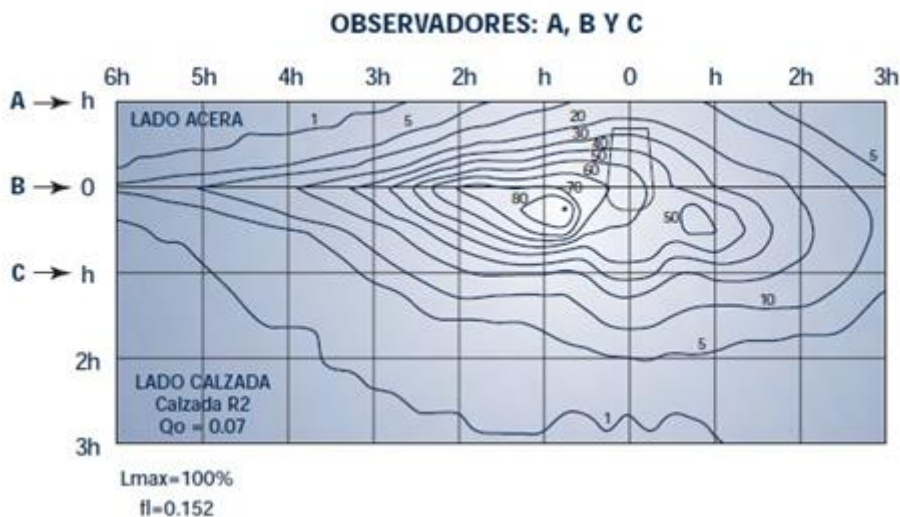


Fig.4 Diagrama de isoluminancias (fuente: www.indalux.es)

#### 4.1.3 Diagrama de curvas isolux o isoluminancia

Recurrimos a esta representación cuando queremos conocer las iluminancias (no luminancias) sobre la superficie de la carretera y la distribución total de estas

iluminancias. Observa en la figura 5 como las curvas fotométricas nos dan los valores relativos isolux para cada luminaria sobre un plano iluminado. Y además los valores de cada línea isolux se dan en porcentajes de iluminación; la más alta ( $E_{max}$ ) alcanza el 100%. La cuadrícula sobre la cual están dibujadas las líneas isolux está dimensionada en términos de la altura de montaje  $h$  de la luminaria.

Debajo del diagrama se indica un factor para la luminaria en uso ( $\varphi$ ). La iluminancia máxima se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E_{max} = \frac{\varphi \cdot \Phi}{h^2}$$

donde:

$\varphi$  = factor de la luminaria en uso.

$\Phi$  = flujo luminoso de la lámpara.

$h$  = interdistancia entre luminarias.

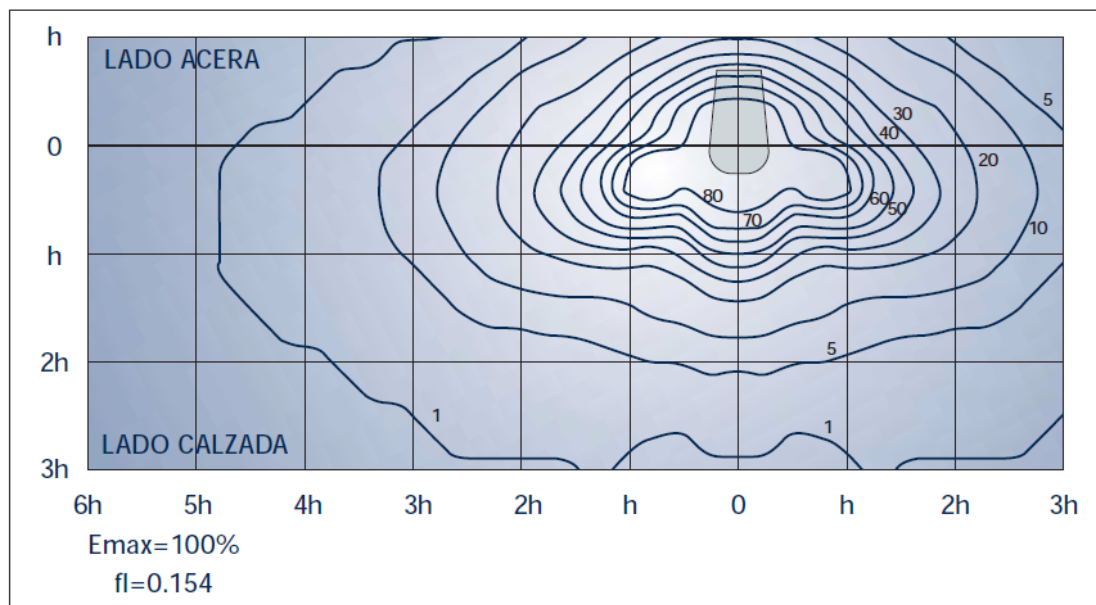


Fig.5 Diagrama isolux sobre la superficie a iluminar (fuente:www.indalux.es)

#### 4.1.4 Diagramas isocandela

Consiste en imaginar que la luminaria está en el centro de una esfera en cuya superficie exterior se unen los puntos de igual intensidad por una línea. Las superficies iguales en este diagrama representan ángulos sólidos. Por esta razón el diagrama puede ser utilizado para calcular el flujo luminoso para una zona dada, multiplicando el área por la intensidad luminosa (teniendo en cuenta la escala a la que está representada el diagrama).

Si la luminaria está instalada con un ángulo de inclinación  $\delta$ , los trazos tienen que ser girados alrededor del centro en un ángulo  $\delta$  para deducir las nuevas coordenadas C- $\gamma$ .

Las líneas rectas desde el centro representan líneas paralelas al eje de la calzada. Puedes apreciarlos en la figura 6.

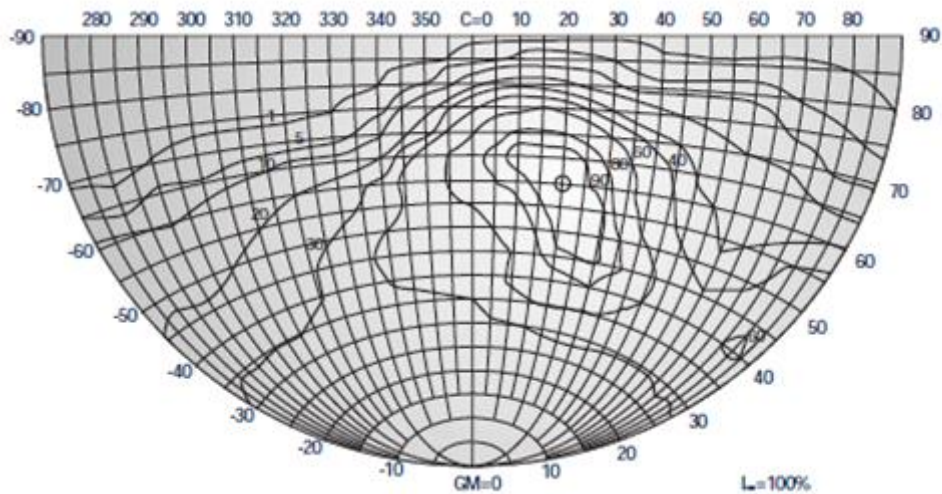


Fig. 6 Diagrama isocandela en proyección acimutal (fuente:www.indalux.es)

Ahora que hemos visto los cuatro tipos de representación, no debes olvidar que la finalidad de este objeto de aprendizaje es que sepas distinguir el comportamiento de la luminaria atendiendo a los valores de intensidad lumínica, para que puedas seleccionar la que mejor se adapte a tus circunstancias, en función de los objetivos que te hayas marcado para visualizar el espacio. Utiliza la información publicada por los fabricantes de cada producto. Además, encontrarás una información adicional e imágenes de la luminaria que te permitirán tomar decisiones. Recuerda que con los valores obtenidos siempre tienes que realizar cálculos luminotécnicos y adecuarlos a los valores de la normativa (referentes a nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento, rendimiento cromático de la luminaria, eficiencia energética, etc.). El cálculo lo puedes desarrollar manualmente o con software (por ejemplo el programa DIALUX).

Puede parecerse complicado, pero una vez consolides los conocimientos, verás que resulta sencillo y lo podrás aplicar en cualquier tipo de iluminación.

El esquema que vas a seguir para la selección de lámparas es el siguiente:

1. Identifica la dirección predominante de los valores de intensidad en su conjunto.
2. Identifica el valor máximo de la intensidad. Ello te dará una idea del nivel lumínico que vas a obtener en el espacio que analices. Debes recordar que los valores de iluminación son directamente proporcionales a la intensidad pero inversamente proporcionales a la distancia en términos de cuadrado.
3. Selecciona la lámpara que se ajuste a tus necesidades. Si necesitas que los valores de iluminación estén debajo de la lámpara, elígela con emisión de

flujo hacia la parte de abajo, y a la inversa (observa la figura 7 en la que la mayor concentración de la mancha de color blanco nos indica la distribución del flujo).

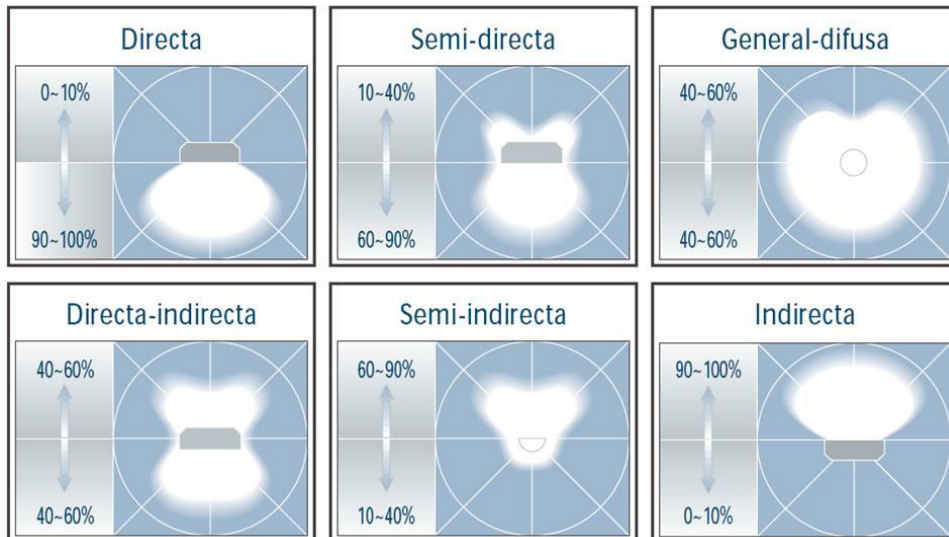


Fig. 7 Distribución del flujo luminoso (fuente:www.indalux.es)

4. Comprueba que la selección que has hecho es la adecuada. Haz un cálculo sencillo en una parte del espacio, antes de afrontar todo el conjunto.
5. Ahora te proponemos que pongas en práctica estos conceptos y lo apliques al siguiente caso.

## 5 Caso práctico de criterio de selección

Tienes que iluminar una nave de diseño, elaboración y montaje de juguetes con un ambiente neutro, donde el color es importante. La altura es de 5 metros y hay que recibir la luz en planos horizontales a 0,85 ctms. sobre el suelo. Se deben evitar reflejos en los ordenadores colocados sobre las mesas.

Selecciona el tipo de lámparas cuya curva fotométrica te va a resolver esta necesidad.

Cuando termines con este ejemplo vas a ser capaz de:

- 1º. Identificar las necesidades que ha de cumplir en función del tipo de local.
- 2º. Seleccionar el tipo de lámpara más apropiado según esas necesidades.
- 3º. Comprobar que tu selección es la apropiada.

Ahora que ya sabes lo que vas a ser capaz al final de este caso práctico.

1. Empieza identificando las necesidades que se tienen de cumplir en función del uso del local.

### 1.1 Flujo.



En este caso, has de iluminar espacios que requieren un nivel de iluminación importante. En ellos se realizarán tareas visuales exigentes, por lo que la cantidad de flujo que emita la lámpara tendrá que ser importante. Elige curvas con elevados valores de intensidad. Pero piensa que debes afrontar también un reparto uniforme de la iluminación. Para los valores de flujo te debes centrar en el primer punto expuesto sobre el diagrama polar. En cambio, para analizar la dirección del flujo puedes apoyarte en la figura 7)

#### 1.2. Reproducción cromática.

La reproducción cromática es muy importante. Te interesa que se vean muy bien los colores de los productos que diseñas.

#### 1.3 Temperatura de color.

Pretendemos crear un ambiente neutro, por lo que, te interesa una lámpara con una temperatura de color entre 3.800 y 4.500°K.

### 2. Ahora comprueba que tu selección es la más apropiada.

2.1 Calcula en función de la intensidad de la curva fotométrica

2.2 Ahora puedes hacer un cálculo más riguroso con software luminotécnico.

Te servirá para comparar los valores obtenidos con los que exige la normativa.

Puedes utilizar el programa gratuito DIALUX.

(<https://www.dial.de/es/software/dialux/download/>)

## 6 Cierre

Has estudiado las diferentes curvas de intensidad luminosa, su caracterización y aplicación.

Has podido comprobar como de una forma visual, muy sencilla, puedes determinar la selección de una fuente de luz atendiendo a criterios de dirección del flujo luminoso. En lo concerniente a la obtención de valores, debes cuantificar la intensidad correspondiente a cada dirección del espacio.

De forma rápida puedes conocer si la representación gráfica te aporta datos respecto al alumbrado exterior o interior y la estimación de valores de magnitudes fotométricas.

## 7 Bibliografía

Aguilar, M.; Blanca-Giménez, V.: "Iluminación y color". Ed. UPV, 1995, pág. 117-311

Indalux; Luminotecnica práctica. Disponible en <https://www.select-light.com/es/content/121-catalogo-indalux>